

Origami DNA

Die Doppelhelix aus Papier falten

Kurzbeschreibung:

Jede lebende Zelle enthält als Erbmaterial **DNA** (engl., Desoxyribonucleicacid), auf der – wie aufgefädelt hintereinander – die Gene liegen. Die DNA ist ein fadenförmiges Molekül, das aus zahlreichen kettenartig miteinander verbundenen Bausteinen aufgebaut ist, die **Nucleotide** genannt werden. Nucleotide sind Moleküle, die sich aus drei Bestandteilen zusammensetzen: einem Zucker (Desoxyribose), einer stickstoffhaltigen Base (Adenin, Guanin, Cytosin oder Thymin) und Phosphorsäure.

Zwei lange DNA-Ketten dieser Bausteine sind miteinander zu einer **Doppelhelix** verdreht, wobei die konstanten Teile jedes Nucleotids (Zucker und Phosphat) ein Rückgrat außen an der Helix bilden. An der Innenseite der Helix liegen die variablen Basen, die mit den gegenüberliegenden Basen des anderen Strangs verbunden sind. Einem Adenin (**A**) des einen Strangs steht immer ein Thymin (**T**) des anderen Strangs gegenüber und Guanin (**G**) paart stets mit Cytosin (**C**). Nur diese A-T, G-C bzw. T-A, C-G Basenpaare und keine anderen Kombinationen sind möglich, weil die entsprechenden Basen wie Schlüssel und Schloss zueinander passen. Aufgrund der speziellen 3D Struktur eines einzelnen DNA-Strangs können sich die richtigen Basenpaare nur bilden, wenn die Stränge in entgegengesetzte Richtung (antiparallel) verlaufen. Vergleicht man eine DNA-Doppelhelix mit zwei verschlungenen Schlangen heißt das, dass der Kopf der einen Schlange bei der Schwanzspitze der anderen zu liegen kommt und umgekehrt (siehe **Fig. 1**).

Eine DNA-Doppelhelix ist so gewunden, dass sie **pro Umdrehung 10 Basenpaare** enthält. (**Fig. 2**).

Die DNA-Helix **dreht sich nach rechts**. Man kann sie sich auch als rechtsgewundene Wendeltreppe vorstellen, wobei die Basenpaare die Stufen und das Zucker-Phosphat-Rückgrat die Geländer bilden.

Mit ein wenig Fingerspitzengefühl lässt sich das beiliegende Blatt Papier in ein Modell der DNA-Doppelhelix verwandeln (**Fig. 3**).

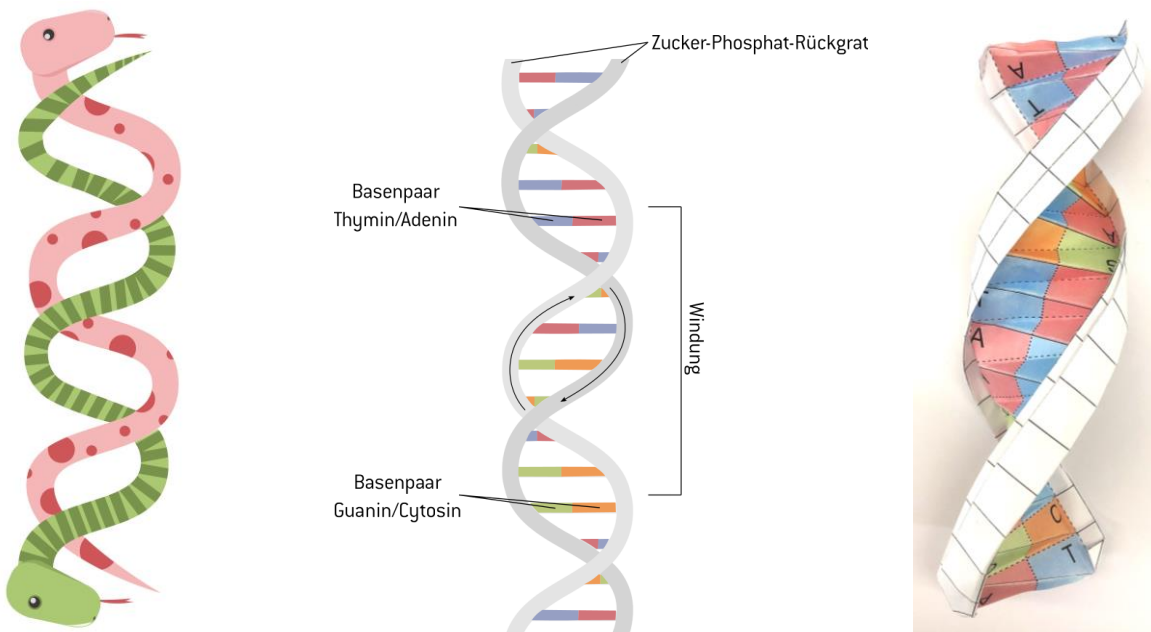


Fig. 1 Antiparallelität veranschaulicht durch 2 miteinander verschlungenen Schlangen.

Fig. 2 Die wichtigsten Merkmale der DNA-Doppelhelix:

- 2 antiparallele DNA-Ketten
- rechtsgewunden
- 10 Basenpaare je Windung

Fig. 3 Modell einer DNA-Doppelhelix aus Papier.

Arbeitsanleitung:

Vorbereitungen (optional):

Durch die hier angeführten Vorbereitungen sind am fertigen Modell die vier Nucleotide besser unterscheidbar, wodurch die möglichen Basenpaarungen verdeutlicht werden. Außerdem kommt die Antiparallelität der beiden DNA-Ketten besser zum Ausdruck.

- Lege das A4 Blatt im Querformat so vor dich hin, dass „www.openscience.or.at“ lesbar ist und auf der linken Seite des Blatts steht. Wähle vier gut unterscheidbare Farben, ordne jedem der vier Nucleotide (am Arbeitsblatt als A, C, G, T abgekürzt) eine zu. Bemale mit der jeweiligen Farbe die strichlierten Rechtecke auf der oberen Blatthälfte. Alternativ kann auch direkt die bunte Faltvorlage (Seite 4) ausgedruckt werden.
- Male nun entlang der Mittellinie einen kräftigen Pfeil dessen Pfeilspitze rechts liegt. Male jetzt zwei weitere Pfeile in die entgegengesetzte Richtung oben und unten am Blattrand.

Bedeutung der Zeichen am Arbeitsblatt:

_____ Volle Linien:	Bug, bei dem die Linie oben bleibt („Berg“)
----- Strichlierte Linien:	Bug, bei dem die Linie unten ist („Tal“)
..... Gepunktete Linien:	Helixmitte (wird nicht gefaltet)
A, C, G, T:	Nucleotide der entsprechenden Basen

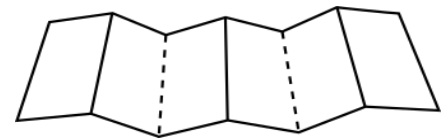


Fig 4. Die Bedeutung der Linienformen am Arbeitsblatt veranschaulicht.

Faltanleitung:

1. Drucke das Faltblatt auf Seite 3 oder 4 aus.
2. Falte das Blatt **längs** an der Mittellinie in der Hälfte.
3. Lege das zusammengefaltete Blatt so auf den Tisch, dass „**www**“ **unten** und der **Bug links** ist.
4. Falte nun an der ersten der **15 kurzen vollen Linien**. Falze dabei den Bug ganz fest (am besten mit dem Fingernagel auf einer festen Unterlage) und öffne ihn wieder. Falte anschließend die übrigen 14 kurzen vollen Linien auf die gleiche Art.
5. Orientiere das Blatt so, dass der **Bug rechts** zu liegen kommt und „**www**“ **nicht zu sehen** ist.
6. Falte nun die **16 schrägen vollen Linien** (Achtung: nicht bis zum Rand falten) und öffne sie wieder.
7. **Öffne** das Blatt und falte die **senkrechten Linien**. Falte dabei **volle** Linien so, dass die Linie beim Bug oben bleibt („**Berg**“) und **strichlierte** Linien so, dass sie innen im Bug („**Tal**“) zu liegen kommen. Die gepunkteten Linien bleiben ungefalt.
8. Falte jetzt das Blatt wie bei Punkt 1 längs an der Mittellinie in der Hälfte.
9. Um ein Rückgrat für das Modell zu schaffen, hebe die Büge an den vollen Längslinien links und rechts der Mittellinie und am Rand hervor.
10. Knicke die acht **Ecken** zum Fixieren der Enden etwas um.
11. Verstärke nun die Querfaltungen wieder (am besten die gefalteten Stufen ziehharmonikaartig zusammendrücken), um die Stufen aufzustellen. Dabei die beiden Enden gegeneinander verdrehen („**www**“ Ende zu sich halten und gegen den Uhrzeigersinn drehen, das andere Ende im Uhrzeigersinn drehen).
12. Zum Schluss die Helix so formen, dass sie wie in der Natur zehn Basenpaare je Umdrehung enthält.

Normalerweise enthält ein Stück DNA natürlich mehr als nur 16 Basenpaare. Zur Verlängerung dieses Modells können mehrere DNA-Doppelhelix-Modellstücke mit Büroklammern verbunden werden.

Diese Anleitung sowie das Arbeitsblatt können von unseren Internetseiten heruntergeladen werden.
<https://www.openscience.or.at/schulkoffer>

Diese Faltanleitung wurde mit Genehmigung von ©Thoki Yenn adaptiert - TIBS 20, 94 (1995)

TIPP:

Zu dieser Faltanleitung gibt es auch ein Video Tutorial auf dem YouTube-Kanal des Vienna Open Labs.



A T A C C A G A A T T C A G A

T A T G G T C T T A A G A T

T A T G G T C T T A A G A T

A T A C C A G A A T T C A G A

A T
T A
A T
C G
C G
A T
G C
A T
A T
T A
T A
T G
C A
T T
A C
G C
A T

T A
A T
T A
G C
G C
T A
C G
T A
T A
A T
A T
G C
A T
T A
C G
T A

©Thoki Yenn, adapted with permission by www.openscience.or.at